

ESTUDI I DESENVOLUPAMENT DE LLIBRERIES PER A LA LOCALITZACIÓ GPS I COMUNICACIÓ M2M MITJANÇANT TECNOLOGIA GSM/GPRS PER A UN DETECTOR DE CAIGUDES

Aleix Curcó Albuixech

La població anciana i els malalts de certes patologies, sofreixen alteracions que poden provocar caigudes i, per tant, reduir l'autonomia del malalt. Actualment existeixen diversos dispositius capaços de detectar caigudes de forma automàtica basats, majoritàriament, en acceleròmetres i sensors de pressió baromètrica. Al Centre d'Estudis Tècnics per la Dependència i la Vida Autònoma (CETpD) s'ha creat un detector de caigudes basat també en acceleròmetres i que utilitza també tecnologia Bluetooth i Zigbee. No obstant, per enviar una alarma necessita d'un mòbil que proporciona la localització GPS i s'encarrega d'avisar de la caiguda mitjançant SMS, crides HTTP i trucades GSM. Així, la comunicació entre el mòbil i el sensor és un dels punts dèbils del detector del CETpD. En aquest treball es pretén afegir localització GPS i comunicació GPRS al sensor de caigudes per a millorar la fiabilitat del sistema.

I. INTRODUCCIÓ

El CETpD ha desenvolupat recentment un detector de caigudes per a gent gran, el qual, està sent avaluat dins el projecte FATE (Fall DeTector for the Elderly, o detector de caigudes per a gent gran). FATE busca validar una solució basada en les TIC per millorar la qualitat de vida gràcies a una detecció precisa de caigudes per a persones d'edat avançada, tant a casa com a l'aire lliure. Els components que utilitza són el sensor desenvolupat al CETpD incorporat a un cinturó, el qual envia una senyal a través de ZigBee o Bluetooth en el moment de detecció d'una caiguda, un mòbil, un sensor en el llit per controlar el pacient quan es troba dormint i el propi sistema ZigBee instal·lat a casa.

En el moment que l'usuari surt de casa necessita portar un dispositiu mòbil, el qual serà l'encarregat d'avisar d'una possible caiguda i de proporcionar la posició GPS. Quan l'usuari està a casa, el sensor es connecta a una xarxa Zigbee prèviament instal·lada que permet que l'usuari no hagi de portar el mòbil a sobre. En conseqüència, aquest

sistema té diversos inconvenients com la necessitat de portar un mòbil, sempre que no està a casa, juntament amb el detector i la instal·lació d'una connexió ZigBee a casa, cosa que encareix molt el sistema.

Des d'aquest projecte de final de carrera es té com a objectiu avançar en la creació d'un sol dispositiu que combini les següents característiques de forma conjunta: 1) disposar d'un sistema GPS per a la localització de l'usuari, 2) disposar d'un sistema GSM/GPRS per a enviar trucades i SMS que permetin avisar d'un event de caiguda de l'usuari, així com enviar a un servidor un seguiment de la posició, i 3) un acceleròmetre que permeti detectar les caigudes del l'usuari, tot controlat per un microcontrolador de baix consum. El fet d'utilitzar només un dispositiu comportaria un preu més econòmic pel sistema final, donat que es prescindiria del sistema Zigbee, així com mes usabilitat ja que l'usuari no hauria de portar dos dispositius.

Per avançar en l'obtenció d'aquest únic dispositiu es van plantejar els següents objectius per al present projecte de final de carrera:

1. Analitzar l'estat dels sistemes GPS i GSM/GPRS en el mercat per tal d'elegir els sistemes que més s'adequin a les necessitats.
2. Estudi del funcionament dels sistemes GPS i GSM/GPRS.
3. Integració dels diferents sistemes en un de sol.
4. Creació d'una sèrie de llibreries pròpies per al control dels sistemes a través del microcontrolador STM32F051 del tipus Cortex M0 prèviament determinat pel CETpD.

II. ESTAT DE L'ART EN EL MÒDUL GPS

Actualment, en el mercat es troben diferents mòduls GPS amb unes característiques diferenciades segons les necessitats dels usuaris. Les característiques principals a revisar són:

1. Estàndards: Es tracta de la norma que el sistema ha de complir.

2. Alimentació: L'alimentació i el consum són una part essencial a l'hora d'elegir el sistema ja que és necessari que aquest sigui baix per assegurar un major temps d'utilització i un cost inferior.
3. Ambiental: Es tracta de la grandària del sistema, la superfície on va connectat, el número de pins que incorpora i el tipus de connector d'antena.
4. Posicionament: La manera que te el sistema per detectar el posicionament, aquest pot esser GPS, QZSS, GLONASS o SBAS entre d'altres.
5. Interfícies: Són les maneres de connexió del GPS al microcontrolador, entre d'altres les més comuns són el port sèrie o UART, USB, SPI, I²C.
6. Preu: El preu és la última part més important ja que per a que el sistema es pugui desenvolupar és necessari que la relació prestacions/necessitats/preu s'ajusti.

En la **Taula 1**, es mostra l'estat de l'art dels sistemes GPS.

La tecnologia GPS dona una resposta suficientment bona i no és necessària la tecnologia GNSS ja que, aquesta, implica una major potència i, per tant, un major consum a més d'un preu més elevat.

La tensió d'alimentació idònia és de 3 V ja que el GPS es comunicarà amb un microcontrolador, d'aquesta manera no serà necessari cap tipus de rectificació amb l'alimentació.

El consum ha de ser el més baix possible donant-li la major importància en el mode d'hibernació ja que, la major part del temps es trobarà en aquest mode i només es posarà en mode d'adquisició en moments determinats.

El sistema complert el portarà a sobre l'usuari, així doncs, per a que sigui el menys molest, el sistema ha de ser el més petit possible.

Com ja s'ha comentat només és necessari el posicionament GPS i, donat que només s'enviaran trames cada cert temps, no és necessària una interfície amb una gran velocitat i, s'utilitzarà una connexió UART.

Per últim, però no menys important, el preu, s'ha de buscar un sistema en el qual el preu no sigui molt elevat ja que aquesta sol es una part del conjunt en sí.

El GPS *Jupiter JN3* és el que més s'aproxima a les necessitats del projecte degut a les seves característiques i, es per això, que és aquest el que es tria.

III. ESTAT DE L'ART EN EL MÒDUL GSM/GPRS

Actualment, en el mercat es troben diferents mòduls GSM/GPRS amb unes característiques diferenciades segons les necessitats dels usuaris. Les característiques principals a analitzar són:

1. Tecnologia: Sistema que s'utilitza per connexió, com 2G o 3G.
2. Banda: Són les bandes per a telefonia mòbil designades per la Unió Internacional de Telecomunicacions per a la operació de xarxes GSM.

3. Interfícies: Les interfícies suportades pels sistemes GSM/GPRS són el USB, AAI, DVI, ADC, DAC, GPIO I UART.
4. Ambiental: Es basa en la grandària del sistema així com el tipus de connector d'antena i els diferents connectors.
5. Preu: Igual que amb els sistemes GPS és la última part més important ja que per a que el sistema es pugui desenvolupar és necessari que la relació prestacions/necessitats/preu s'ajusti.

En la **Taula 2** es mostra l'estat de l'art dels sistemes GSM/GPRS, per la realització del projecte es necessari que el mòdul elegit treballi en el rang d'Europa, així doncs la seva disponibilitat ha de ser EMEA, a més, com que serà governat per un microcontrolador el qual s'alimenta a 3.6 V, per estandarditzar l'alimentació del sistema complert, és necessari que el GSM/GPRS també treballi amb aquest rang o en el més semblant possible amb el qual es pot col·locar un regulador de tensió. El sistema GSM/GPRS *GL865 V2* compleix tots aquests requisits, és per això que s'ha elegit.

IV. CONNEXIÓ ENTRE EL MICROCONTROLADOR AMB ELS MÒDULS

Els mòduls del microcontrolador i el GPS es connecten amb la mateixa tensió de 3 V, mentre que el sistema GSM/GPRS necessita d'una alimentació de com a mínim 5 V, així doncs, per estandaritzar l'alimentació, s'utilitzen 4 bateries de 1,5 V per alimentar el GSM/GPRS i s'inclou un regulador de tensió de 3V per la resta d'alimentacions.

Els pins a interconnectar són entre el pin de transmissió del GPS amb la recepció del Port2 del microcontrolador i el pin de recepció del GPS amb la Transmissió del Port2.

Pel que fa amb el sistema GSM/GPRS, de forma anàloga, és necessari interconnectar la transmissió del GPRS amb la recepció del Port1 i la recepció del GPRS amb la transmissió del Port1. En la **Figura 1** es mostra aquesta interconnexió entre tots els dispositius.

V. MAQUINES D'ESTAT

Per al control del sistema s'utilitzen tres màquines d'estat, aquestes es defineixen com un conjunt d'estats que serveix d'intermediari en una relació d'entrades i sortides, fent que l'historial de senyals d'entrada determini, per a cada instant, un estat per a la màquina, de forma tal que la sortida depèn únicament de l'estat i les entrades actuals.

Les màquines d'estat que s'han desenvolupat són:

1. Màquina d'estat per al control del GPS: Controla tots els estats possibles de funcionament i d'error del sistema GPS a través de l'estat actual en el que es troba el sistema.
2. Màquina d'estat per al control del GSM/GPRS: Controla tots els estats possibles. El control d'aquesta màquina d'estats no solament depèn de l'estat actual en el que es troba el sistema sinó que també de l'estat anterior a la qual es trobava donat que el sistema es pot trobar en el mateix punt des de dos casuístiques

diferents i ha de poder diferenciar la pròxima instrucció a realitzar.

3. Màquina d'estat per al control del GSM/GPRS: Controla tots els estats possibles. El control d'aquesta màquina d'estats no solament depèn de l'estat actual en que es troba el sistema sinó que també de l'estat anterior a la qual es trobava donat que el sistema es pot trobar en el mateix punt des de dos casuístiques diferents i ha de poder diferenciar la pròxima instrucció a realitzar.
4. Màquina d'estats auxiliar: Aquesta màquina d'estats s'utilitza per al control auxiliar visual de la posició del programa o dels possibles errors que es puguin ocasionar, així doncs, si el sistema detecta algun tipus d'error o anomalia, a través del LED incorporat a la placa del microcontrolador, es veurà una seqüència de llums per la distinció del problema.

VI. LLIBRIES

Una llibreria és un conjunt d'implementacions funcionals que ofereix una interfície ben definida per a la funcionalitat que es crida.

Les llibreries desenvolupades per al control del sistema es distingeixen en tres grans grups:

1. Llibreries pel sistema GPS: Es creen dues llibreries pel control del GPS, una pel control de la màquina d'estats i una pel control de la connexió UART entre el GPS i el microcontrolador. En la **Taula 3**, es mostra una descripció dels diferents estats que incorpora la màquina d'estats del GPS

Taula 3 - Màquina d'estats del GPS

Estat	Descripció
CONFIGURATION_GPS	Configuració inicial del GPS
WAIT_GPS	Estat d'espera
READ GPS	Lectura de la localització GGA

2. Llibreries pel GSM/GPRS: Es creen dues llibreries pel control del GSM, una pel control de la màquina d'estats, tal i com es mostra en la **Taula 4**, la qual controla tots els estats possibles del GPS, i una llibreria pel control de la connexió UART entre el GPRS i el microcontrolador.

Taula 4 - Màquina d'estats del GPRS

Estat	Descripció
CONFIG_CPIN	Configuració PIN
CONFIG_SGACT	Configuració context PDP
CONFIG_CMGF	Configuració format SMS
CONFIG_FLOW_CONTROL	Configuració control de flux
WAIT_GPRS	Estat d'espera
SEND_CONTROL	Enviament control via HTTP
ALARM_FALL	Trucada telèfon predeterminat per caiguda
SMS_FALL	Enviament SMS d'alarma de caiguda
SERVER_FALL	Enviament avís caiguda via HTTP

3. Llibreries comunes: Les llibreries comunes són aquelles que s'utilitzen tan per el mòdul GPS, per el mòdul GSM/GPRS o pel microcontrolador, aquestes llibreries són les de configuració, de control d'interrupcions i una última anomenada "COMMON" per funcions bàsiques comunes com són retards, la màquina d'estats auxiliar de visualització i l'algoritme de parpalleig del LED de visualització.

VII. CONCLUSIONS I TREBALL FUTUR

Al finalitzar el projecte desenvolupat, s'extreuen les següents conclusions. En aquest projecte de final de carrera s'ha assolit l'objectiu principal d'avançar en un únic dispositiu que combini localització GPS i comunicació GPRS/GSM per a la detecció de caigudes. Així, per a la realització d'aquest projecte, s'ha fet un estudi inicial dels mòduls i sistemes que existeixen en el mercat en l'actualitat per a poder fer la tria més apropiada per aconseguir dissenyar un sistema que fos capaç de complir amb totes les expectatives amb el mínim cost tan econòmic com de consum, aquesta ha estat amb el mòdul GPS JN-3 de la casa Telit i el GSM/GPRS GL865 V2 també de la casa Telit, els dos controlats amb el microcontrolador Cortex M0 STM32F051.

Després de l'estudi exhaustiu per l'elecció dels mòduls GPS i GSM/GPRS ha estat necessari fer un estudi del funcionament de la recepció e interpretació de les trames NMEA que s'envien a través del GPS així com de les comandes AT i possibilitats tant en GSM com en GPRS. A l'hora del disseny del software s'ha intentat crear un seguit de llibreries tenint en compte les possibles necessitats futures d'aquestes i la facilitat d'enteniment envers els diferents punts de programació. Les llibreries segueixen

l'estructura d'una màquina d'estats, de forma que es facilita la seva integració en futurs desenvolupaments.

En conclusió, la realització del treball ha fet necessari un treball inicial molt més teòric d'estudi de les necessitats i de la disponibilitat real i un treball final molt més pràctic per a un funcionament el més òptim possible. D'aquesta manera, s'ha abarcat gairebé tots els estadis que un projecte d'enginyeria cobreix: des de l'estudi de les necessitats del client, passant per estudiar l'optimització de recursos per a trobar una solució eficient, fins arribar a l'entrega del producte, en aquest cas unes llibreries per la localització GPS i comunicació GPRS/GSM.

Respecte el treball futur, els primers passos, consisteixen en dissenyar una placa única on incorpori solament el microcontrolador, el GPS, el GSM/GPRS i l'acceleròmetre que ja s'utilitza en el CETpD amb el microcontrolador.

En aquest sentit, cal tenir en compte que, en la futura placa, és recomanable col·locar-hi dos LEDs per la visualització de l'estat del sistema així com un botó per d'inicialització del programa, dos antenes per cada un dels dos mòduls i el regulador de tensió de 3 V.





L'alimentació hauria de ser de, com a mínim, 5 V tenint en compte que ha de ser petita, així doncs, la millor solució seria 4 piles de botó alcalines de tipus LR44 en sèrie.

Finalment, per a que l'usuari pugui portar el dispositiu final a sobre, aquest disseny s'hauria de col·locar dins d'una caixa de plàstic amb una pinça per col·locar-se al cinturó.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Jacob MILLMAN: Microelectronica. Editorial Hispano Europea. Barcelona,1988.
- Telit EVK2 User Guide
- AT Commands Reference Guide
- JN3 EVK User Guide
- JN3 Hardware User Guide
- STM32F0 Reference manual

Taula 1 – Estat de l'art dels sistemes GPS

PRODUCTE	Estandards					Disponible per							Vin	BANDES	Interfícies							CARACTERÍSTIQUES										PREU		
	R&TTE	CE	GCF	PTCRB	ICC	EMEA	AMERICA LATINA	AMERICA DEL NORD	AUSTRALIA	AFRICA	RUSSIA	KOREA			USB	UART	AAI	DVI	DAC	ADC	GPIO	GRANDÀRIA	CONNECTOR D'ANTENA	CANALS GNSS	PILA INTEGRADA TCP/IP	ACCESS AL PERFIL SIM	INTÈRPRETE PYTHON	PREPARAT PER A E-CALL	COMANDES AT	RMM	SIM ON CHIP		LOCALITZADOR M2M	
 GT863-PY	X	X				X							9-24 V	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900							X	107x64x33	SMA		X	X	X		X					167 €
 GE864	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		3,8 V	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900			X	X	X	X	X	30x30x2,8	RF-PAD	48	X	X	X	X	X	X		X		56 €
 GL865 V2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		3,8 V	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900		X	X	X	X	X	X	24x24x2.6	RF-PAD		X	X	X	X	X	X		X		29 €
 G30	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	3,8 V				X	X		x	x	24x40x3.5	LGA-PAD		X									44 €

Taula 2 – Estat de l'art dels sistemes GPS

PRODUCTE	TECNOLOGIA	Estandards		Alimentació					AMBIENTAL				POSICIONAMENT								INTERFÍCIES						PREU (€)
		R&TTE	CE	Vin (V)	Mode d'adquisició (mA)	Mode navegació (mA)	Mode baix consum navegació (mA)	mode Hibernació (uA)	GRANDÀRIA	Superfície de muntatge	Nº Pins	Connector d'antena	GPS	QZSS	GLONASS	SBAS	RTCM	A-GPS	MEMORIA FLASH	TRIM	UART	USB	SPI	I2C	CAN Bus	GPIO	
JUPITER JF2	GPS	X	X	1.79-1.9	46	37	10	14	11x11x2.4	LGA	32	RF PAD	X	X		X		X			X		X	X		X	12,50 €
JUPITER JN3	GPS	X	X	2.85-3.6	41	32	10	40	16x12x2.4	LCC	24	RF PAD	X	X		X		X			X						13,00 €
JUPITER SE880	GPS	X	X	1.75-1.9	47	28	10	14	4.7x4.7x1.4	LGA	34	RF PAD	X	X		X		X			X		X	X		X	10,00 €
JUPITER SE868 V2	GNSS	X	X	1.75-1.9	46	45	15	14	11x11x2.4	LGA	32	RF PAD	X	X	X	X		X	X		X		X				13,00 €
JUPITER SL869	GNSS	X	X	3-3.6	71	45		75	16x12.2x2.4	LCC	24	RF PAD	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		140,00 €
PAM-7Q	GNSS	X	X	2.7 - 3.6	26	22	6		22x22x7.4	LGA	8	Integrated	X	X					X		X						25 €
MAX 7	GNSS	X	X	2.7 - 3.6	40	29	7		10x9.6x2.2	LGA	18	LNA	X	X	X	X					X						15 €
A2035-H	GPS	X	X	3-3,6	40	29	4	24	30X16X2,5				X						X	X	X		X				20 €

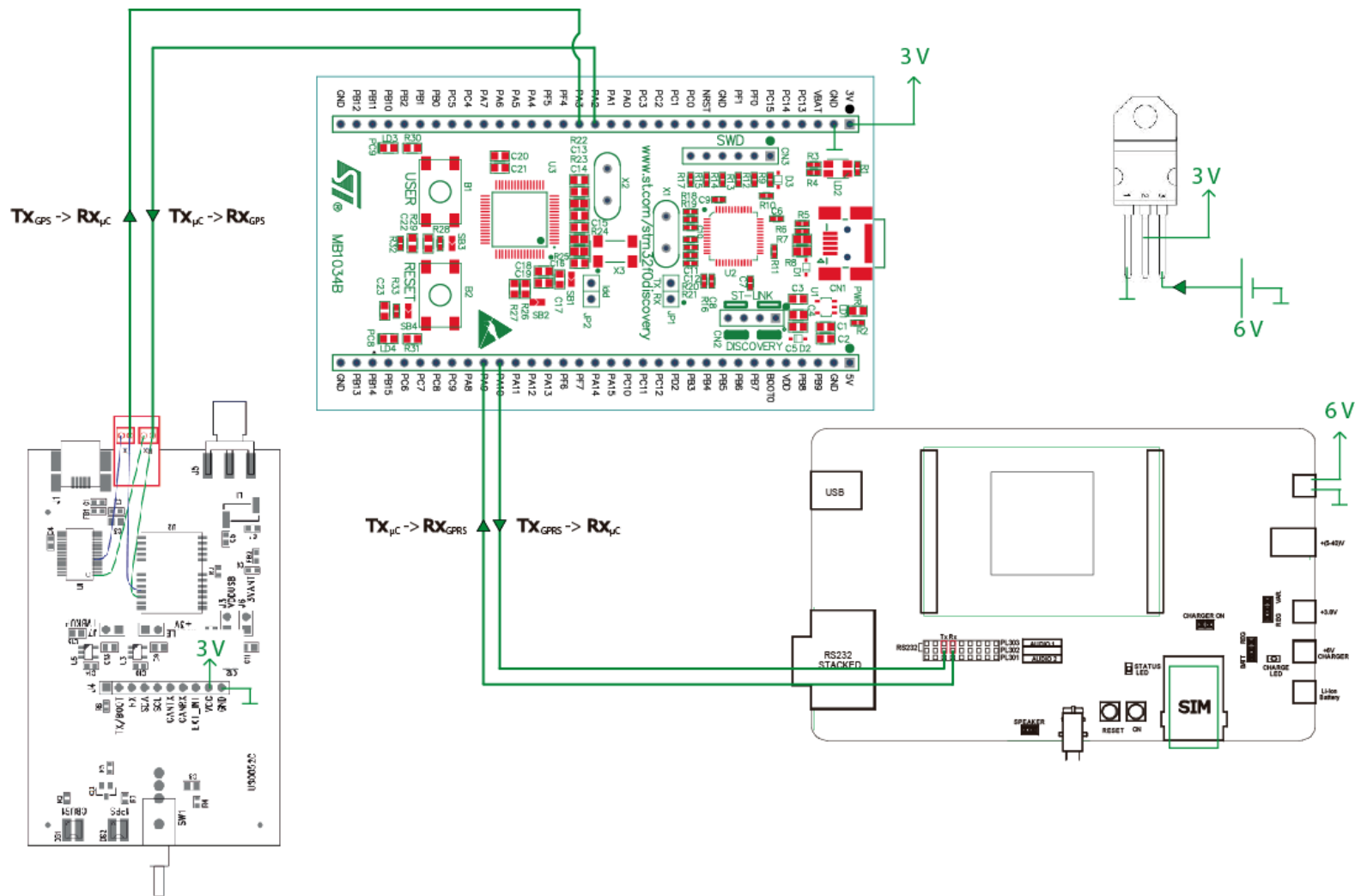


Figura 1 - Màquina d'estats del GPS